

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
11 DE 3901470 C1

51 Int. Cl. 5:  
C22 C 38/22 ✓

21 Aktenzeichen: P 39 01 470.3-24  
22 Anmeldetag: 19. 1. 89  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 9. 8. 90

DE 3901470 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Vereinigte Schmiedewerke GmbH, 4630 Bochum, DE

74 Vertreter:

Cohausz, W., Dipl.-Ing.; Knauf, R., Dipl.-Ing.;  
Cohausz, H., Dipl.-Ing.; Werner, D., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Redies, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anwälte, 4000 Düsseldorf

72 Erfinder:

Stein, Gerald, Dipl.-Ing.; Menzel, Joachim, Dr.-Ing.,  
4300 Essen, DE; Berns, Hans, Prof. Dr.-Ing., 4630  
Bochum, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-PS	9 53 309
DE-PS	1 59 794
DE-AS	12 15 940
DE-OS	15 53 841
US	44 34 006
US	35 95 643
US	34 88 231
US	34 25 877

54 Kaltarbeitsstahl und seine Verwendung

Die Erfindung betrifft einen korrosionsbeständigen, hochfesten Kaltarbeitsstahl mit den Legierungselementen:

Kohlenstoff: 0,10 bis 0,80 Gew.-%

Silizium: 0,20 bis 1,00 Gew.-%

Mangan: 0,20 bis 0,70 Gew.-%

Phosphor: max. 0,025 Gew.-%

Schwefel: max. 0,025 Gew.-%

Chrom: 10,0 bis 20,0 Gew.-%

Molybdän: 0,5 bis 4,0 Gew.-%

Nickel: max. 0,50 Gew.-%

Stickstoff: 0,20 bis 0,70 Gew.-%

Vanadium: 0,01 bis 0,10 Gew.-%

Rest Eisen und übliche, erschmelzungsbedingte Verunreinigungen, wobei die Summe der Legierungselemente Kohlenstoff und Stickstoff kleiner 1,0 Gew.-% ist und das Verhältnis zwischen 0,3 und 2,0 liegt.

Besonders geeignet ist dieser Stahl zur Herstellung von Werkzeugen für die Kunststoffverarbeitung, Schneidwerkzeugen, wie Rasierklingen, Messer oder chirurgischen Instrumenten, Kugellagern (Kugeln und Ringe), die mit korrosiven Medien in Berührung kommen, wie Lagern, die in der Lebensmittelindustrie eingesetzt werden, oder Lagern für den Fahrzeugbau, die im Winter mit Tausalzen in Berührung kommen, sowie Werkzeugen für die Lebensmittelverarbeitung.

DE 3901470 C1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen korrosionsbeständigen hochfesten martensitischen Kaltarbeitsstahl und seine Verwendung.

5 Kaltarbeitsstähle sind Werkzeugstähle, die bei Raumtemperatur oder leicht erhöhten Temperaturen zur Formgebung von Werkstücken eingesetzt werden. Sie lassen sich im weichgeglühten Zustand zerspanend bearbeiten und erhalten danach durch eine Wärmebehandlung (Härten und Anlassen) ihre Gebrauchseigenschaften. Kaltarbeitsstähle finden eine breite Anwendung beim Schneiden von Werkstoffen, insbesondere in Scherschneid- und Keilschneidverfahren. Ferner werden sie eingesetzt zur Herstellung von Werkzeugen für die Kaltumformung von metallischen Werkstoffen, so für Prägwerkzeuge, Formstanzen, Gewinderollen und -bak-  
10 ken, Schrauben- und Mutternpreswerkzeuge, Kaltfließpreswerkzeuge, Sinterpreswerkzeuge und Tiefziehwerkzeuge, zur Herstellung von Maschinensägen, Handwerkzeugen und von Werkzeugen für die Kunststoffverarbeitung.

Eine Übersicht über heute gebräuchliche Kaltarbeitsstähle gibt die Literaturstelle DE-Fachbuch "Werkstoffkunde der gebräuchlichen Stähle" Teil 2, Seiten 205 bis 231, Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf, 1977.

Bei der Verarbeitung von Kunststoffen, wie z. B. Polyvinylchlorid (PVC), bei denen sich Salzsäure abspaltet, ist es erforderlich, die Werkzeuge aus korrosionsbeständigen Stählen zu fertigen. Hierfür wird der Stahl X 36 CrMo 17 (Werkstoff-Nr. 1.2316 gemäß DE-Fachbuch "Stahleisenliste", 7. Auflage, 1981, Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf) mit rund 0,36 Gew.-% Kohlenstoff, 1 Gew.-% Silizium, 1 Gew.-% Mangan, 17 Gew.-% Chrom und  
20 1,2 Gew.-% Molybdän häufig eingesetzt. Seine Zugfestigkeit im Einbauzustand beträgt je nach Wärmebehandlung 900 bis 1600 N/mm<sup>2</sup>.

Weitere korrosionsbeständige Kaltarbeitsstähle sind die Stähle X 45 CrMoV 15 (Werkstoff-Nr. 1.4116), X 64 CrMoV 14 (Werkstoff-Nr. 1.2319), X 90 CrMoV 18 (Werkstoff-Nr. 1.4112) und X 89 CrMoV 18 I (Werkstoff-Nr. 1.3549), und der Stahl gemäß der AT-PS 159 794 mit 0,6 bis 2,5% C, 10 bis 22% Cr, 0,05 bis 0,25% N und 0,2 bis  
25 6% Mo und/oder W.

Die Korrosionsbeständigkeit dieser Stähle ist jedoch für bestimmte Anwendungsfälle zu niedrig, so daß auf sehr teure mit hohem Nickel-, Kobalt- und Molybdängehalten legierte korrosionssichere Stähle zurückgegriffen werden muß.

Ein Beispiel für derartige hochlegierte korrosionsbeständige Stähle ist die aus der DE-OS 15 53 841 bekannte Stahllegierung mit bis 1% C, bis 2% Si, bis 25% Mn, 10 bis 26% Cr, bis 6% Mo, bis 26% Ni, bis 0,8% N, bis 2,5% V, Rest Fe. Als Werkstoff zur Herstellung von hochkorrosionsbeständigen praktisch unmagnetischen Messerklingen sollen dabei die Legierungselemente so aufeinander abgestimmt sein, daß ein stabil austenitisches Gefüge vorliegt. Die Stabilität des Austenits wird durch erhöhte Mangan- und Nickelgehalte und ggfs. durch Zusatz von Stickstoff gewährleistet.

35 Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen mit vertretbarem wirtschaftlichen Aufwand herzustellenden Kaltarbeitsstahl zu schaffen, der in seiner Korrosionsbeständigkeit den eingangs genannten Stählen bei ansonsten vergleichbaren Festigkeits- und Zähigkeitsmerkmalen überlegen ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch einen korrosionsbeständigen hochfesten martensitischen Kaltarbeitsstahl mit der im Hauptanspruch angegebenen Analyse, wobei die Summe der Legierungselemente Kohlenstoff und Stickstoff kleiner 1,0% ist und das Verhältnis Kohlenstoff/Stickstoff zwischen 0,3 und 2,0 liegt.

40 Zur Erzielung von besonders gutem Korrosionsverhalten in Verbindung mit hohen Zähigkeits- und Festigkeitswerten über 1000 N/mm<sup>2</sup> ist es vorteilhaft, den Gehalt an Kohlenstoff auf 0,10 bis 0,40% zu begrenzen. Das Verhältnis Kohlenstoff/Stickstoff soll vorzugsweise auf Werte zwischen 0,3 und 1,0 eingestellt werden.

Im folgenden wird die verbesserte Korrosionsbeständigkeit der erfindungsgemäßen Kaltarbeitsstähle anhand zweier in den Analysenrahmen fallender Stähle A und B im Vergleich zum bekannten Stahl X 45 CrMoV 15 (Stahl C) näher erläutert.

Tabelle 1 enthält eine Analysenübersicht mit Angabe der im Druckversuch ermittelten Festigkeitswerte der Stähle A, B und C, die nach einer Härtung 1050°C/30 min/Ölabschreckung in Verbindung mit einer Anlaßbehandlung bei 150°C/2 h/Luftabkühlung ein martensitisches Gefüge aufweisen.

50 Man sieht, daß die Werte der Stickstoff enthaltenden Stähle A und B mit denen des bekannten Stahles C vergleichbar sind. Durch ein Tiefkühlen von Austenitisierungstemperatur lassen sich die Festigkeitswerte weiter steigern, da der Restaustenitgehalt reduziert wird.

Fig. 1 zeigt zur Kennzeichnung des Korrosionswiderstandes Stromdichte-Potentialkurven der Stähle A, B und C in verdünnter Schwefelsäure (1n · H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 23°C) als Elektrolyt. Zur Aufnahme solcher Kurven schaltet man die Stahlprobe als Elektrode unter Zuhilfenahme einer Hilfselektrode in den zu untersuchenden Elektrolyten innerhalb eines Stromkreises und mißt die sich zwischen Stahlprobe und einer Kalomelektrode bei einer Stromdichte  $i$  (µA/cm<sup>2</sup>) einstellende Spannung (Potential  $E$  in mV). Die sich dabei einstellende Potentialbereiche sind ein Maß für die "Passivität" des Stahls im Elektrolyten. Ein Stahl ist um so "passiver", oder mit anderen Worten, umso korrosionsbeständiger in einem korrosiven Medium, je weiter der sogenannten Passivierungsbereich  $p$  und je niedriger für diesen Bereich die entsprechende Passivstromdichte  $i$  ist (siehe dazu auch DE-Fachbuch "Handbuch der Sonderstahlkunde", Band 1, Seiten 745 bis 759, Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf, 1956).

60 Im vorliegenden Fall wiesen die Stromdichte-Potentialkurven aus, daß die erfindungsgemäßen stickstofflegierten Stähle A und B erweiterte Passivierungsbereiche  $p_1$  bei abgesenkten Passivstromdichten gegenüber dem Passivierungsbereich  $p_2$  mit einer höheren Passivstromdichte des bekannten Stahls C aufweisen, was im Vergleich eine bessere Korrosionsbeständigkeit der erfindungsgemäßen Stähle A und B gegenüber dem Stahl C erkennen läßt.

Tabelle 2, die die Masseverlusten (g/m<sup>2</sup>) nach jeweils 90 h in 10%iger Schwefelsäure und 10%iger Salzsäure für die Stähle A, B und C enthält, läßt noch deutlicher das gegenüber dem Stahl C verbesserte Korrosionsver-

halten der erfindungsgemäßen Stähle *A* und *B* erkennen. Die Stähle wurden dabei im gehärteten Zustand (1050 °C/30 min/Oel) geprüft. Die Abtragungsverluste der Stähle *A* und *B* sind um das 5- bis 8fache geringer als die des Stahles *C*.

Fig. 2 zeigt Stromdichte-Potentialkurven für die Stähle *A* und *B* im Vergleich zum Stahl *C*, aufgenommen bei Messungen in künstlichem Meerwasser (ca. 3% NaCl, 23°C) zur Kennzeichnung des Verhaltens der Stähle gegen Lochfraßkorrosion.

Man sieht, daß die sogenannten Durchbruchspotentiale (in chloridhaltigen Medien gleich Lochfraßpotentiale), die ein Maß für den Widerstand eines Stahls gegen Lochfraßkorrosion darstellen, für die Stähle *A* und *B* bei Spannungen von 1500 bis 1700 mV ( $E_1$ ,  $E_2$ ) und sehr niedrigen Passivstromdichten liegen, was eine sehr gute Beständigkeit gegen Lochfraßkorrosion bedeutet, wohingegen der bekannte Stahl *C* mit seinem Durchbruchpotential  $E_3$  von -50 mV und einer hohen Passivstromdichte als wesentlich schlechter einzustufen ist.

Wegen ihrer guten Korrosionseigenschaften eignen sich die erfindungsgemäßen Stähle insbesondere für die folgenden Anwendungen:

- Werkzeuge für die Kunststoffverarbeitung,
- Schneidwerkzeuge, wie Rasierklingen, Messer und chirurgische Instrumente,
- zur Herstellung von Kugellagern (Kugeln und Ringe), die mit korrosiven Medien in Berührung kommen, wie Lager, die in der Lebensmittelindustrie eingesetzt werden, oder Lager für den Fahrzeugbau, die im Winter mit Tausalzen in Berührung kommen.
- Werkzeuge für die Lebensmittelverarbeitung.

Tabelle 1

Legierung	chemische Zusammensetzung in Gew.-%								mechanische Kennwerte		
	C	N	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	Härte Hv	Druckfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Streckgrenze N/mm <sup>2</sup>
A 1230 CrMo 15	0,12	0,30	0,80	0,35	14,7	0,95	0,02	0,12	600	2750	1440
B 2032 CrMo 15	0,20	0,32	0,72	0,35	15,0	0,97	0,02	0,30	580	3100	1350
C X 45 CrMoV 15	0,47		0,42	0,43	14,75	0,50	0,15		630	2500	1680

Tabelle 2

Legierung	Masseverlustrate (g/m <sup>2</sup> ) nach 90 h in	
	10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10% HCl
A 1230 CrMo 15	1030	420
B 2032 CrMo 15	1210	740
C X 45 CrMoV 15	9440	3670

## Patentansprüche

1. Korrosionsbeständiger, hochfester martensitischer Kaltarbeitsstahl, bestehend aus (in Gew.-%)

0,10 bis 0,80 Kohlenstoff,

0,20 bis 1,00 Silizium,

0,20 bis 0,70 Mangan,

max. 0,025 Phosphor,

max. 0,025 Schwefel,

10,0 bis 20,0 Chrom,

0,5 bis 4,0 Molybdän,

max. 0,50 Nickel,

0,20 bis 0,70 Stickstoff,

0,01 bis 0,10 Vanadium,

Rest Eisen und übliche erschmelzungsbedingte Verunreinigungen, wobei die Summe der Legierungselemente Kohlenstoff und Stickstoff kleiner 1,0% ist und das Verhältnis Kohlenstoff/Stickstoff zwischen 0,3 und 2,0 liegt.

2. Kaltarbeitsstahl nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt an Kohlenstoff 0,10 bis 0,40% beträgt.

3. Kaltarbeitsstahl nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis Kohlenstoff/Stick-

stoff zwischen 0,3 und 1,0 liegt.

4. Verwendung eines Kaltarbeitsstahls nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Werkstoff zur Herstellung von Werkzeugen für die Kunststoffverarbeitung.

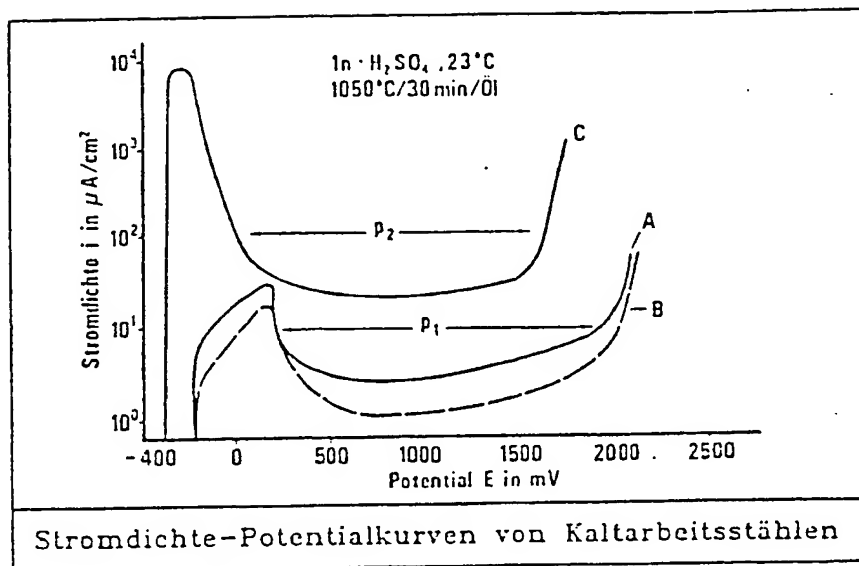
5. Verwendung eines Kaltarbeitsstahls nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Werkstoff für die Herstellung von Schneidwerkzeugen, wie Rasierklingen, Messer, oder von chirurgischen Instrumenten.

6. Verwendung eines Kaltarbeitsstahls nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Werkstoff zur Herstellung von Wälzlager teilen.

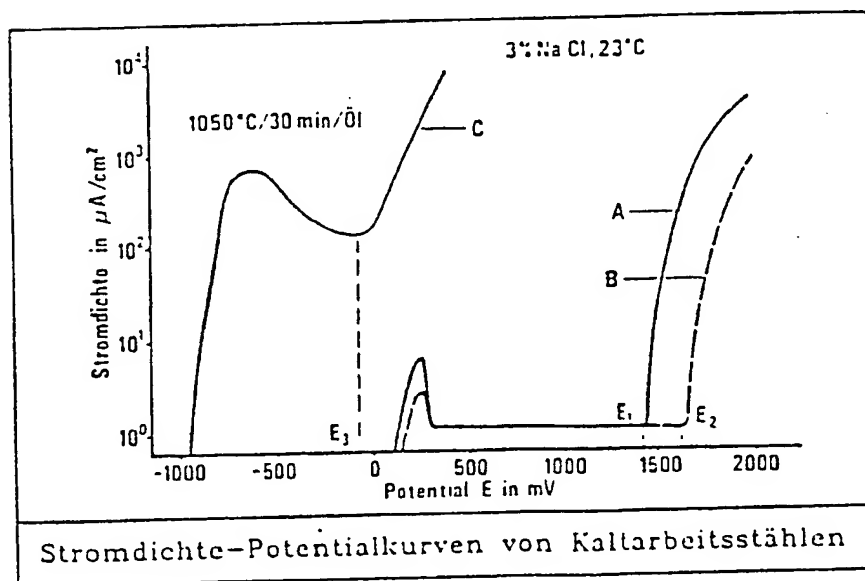
7. Verwendung eines Kaltarbeitsstahls nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Werkzeug zur Herstellung von Werkzeugen für die Lebensmittelverarbeitung.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —



Figur 1



Figur 2